

В.П. Маршуба, канд. техн. наук, Харьков, Украина

# **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПО ПЕРЕДНЕЙ И ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА ПРИ ГЛУБОКОМ СВЕРЛЕНИИ ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВ**

*The results of investigations on the determination of temperature and temperature fields on front and back surface of standard spiral drill with elements of grinding cut in the process of deep drilling of the holes in casting aluminum on modular machines are presented. The conclusions about the ways of resolution the temperature on front and back surface in depended on quantity of front and back angles and machining deep of the holes are made.*

Распределение температуры по передней поверхности  $A\gamma$  (см. рис. 1) и задней поверхности  $A\alpha$  (см. рис. 3) режущего инструмента определяли анализом опытных данных, полученных двумя способами на экспериментальной установке [1].

Из рисунка 1 видно, что количество теплоты, переходящее в тело инструмента, в зоне резания и зоне обработки не одинаково. На это указывает распределение средних значений температуры по передней поверхности  $A\gamma$  в зависимости от глубины сверления, измеренное в ходе проведения опытов.

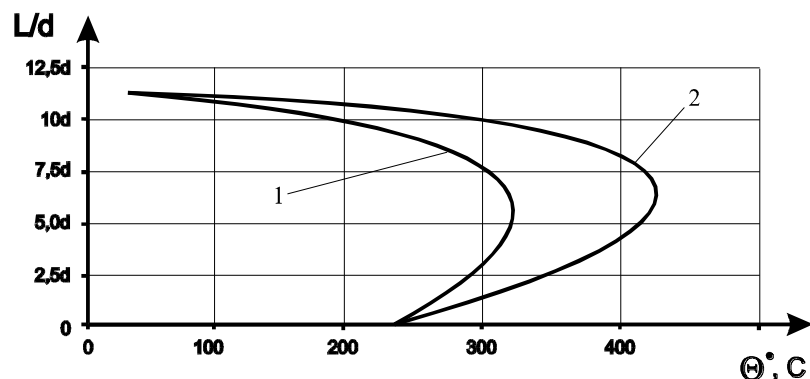


Рисунок 1 — Среднее распределение температуры на передней поверхности  $A\gamma$  в зависимости от глубины сверления: 1) стандартное сверло; 2) стандартное сверло с элементами дробления стружки.

В интервале глубин отверстия от 0 до 3d температура на поверхности  $A\gamma$  растет значительно, в пределах до 350° С. Это вызвано работой, затраченной на деформацию и срез материала, а также от работы силы трения стружки о

поверхность  $A\gamma$  и  $A\alpha$ . Однако, из-за того, что большую часть потока теплоты, перешедшего в тело инструмента в процессе резания, уносит из системы деталь–инструмент охлаждающая жидкость пакетирования стружки в этом интервале не происходит, то есть, нет поломок инструмента.

В интервале глубин отверстия от 3d до 7d средняя температура на поверхности  $A\gamma$  увеличивается до 420° С. Это вызвано тем, что из-за отсутствия в зоне резания смазывающе-охлаждающей технологической среды в тело инструмента переходит дополнительное количество теплоты от стружки, кроме этого в теле сверла продолжает накапливаться теплота от работы силы трения [2]. В результате этого, из-за роста температуры растет адгезионная составляющая силы трения, образуются пакеты стружки в стружечных канавках и снижаются стойкостные характеристики инструмента. Как следствие, пакетирования стружки в зоне обработки и увеличивающего крутящего момента [3] происходит внезапный отказ стандартных сверл. При обработке глубоких отверстий стандартными сверлами с элементами дробления стружки в тех же условиях температура на поверхности  $A\gamma$  в избранном интервале от 3d до 7d ниже на 30%, чем при сверлении стандартными сверлами. Вызвано это тем, что из-за более мелкой фракции стружки получаемой сверлами с разработанной мною заточкой вершины режущей части по сравнению со стандартной заточкой, в зоне обработки площадь контакта стружки с поверхностью  $A\alpha$  меньше. Следовательно, потоки теплоты от стружки в инструмент меньше и пакетирование стружки под действием адгезионной составляющей силы трения не происходит, а значит, отсутствует внезапный отказ инструмента в процессе обработки отверстий.

В интервале глубин отверстия от 7d до 11d, значение средней температуры на поверхности  $A\gamma$  понижается очень интенсивно с 420° до 20° С. Такое снижение температуры вызвано одновременным действием нескольких факторов:

- Во-первых, происходит сток теплоты под действием смазывающе-охлаждающей технологической среды из системы деталь–инструмент–стружка;
- Во-вторых, из-за вторичной конвенции потоков теплоты из инструмента в тело детали через контактную поверхность на ленточках;
- В-третьих, снижается передача теплоты из стружки в инструмент;
- В-четвертых, происходит рассеивание теплоты в окружающую среду через поверхность детали.

На основании закономерностей распределения потоков и стоков теплоты [4], полученных в ходе проведения экспериментов, установлено распределение температуры по поверхности  $A\gamma$  сверла (см. рис. 1) в зоне резания и зоне обработки. Определена интерполяция температурных полей на поверхности  $A\gamma$  (см. рис. 2), что позволило сделать вывод, что

температура на передней поверхности  $A\gamma$  в зоне резания повышается за счет теплоты среза и деформации материала и теплоты от силы трения, тогда как в зоне обработки температура повышается от передачи теплоты от стружки и теплоты силы трения. Следовательно, установлено вторичное распределение потоков и стоков теплоты вызывающее пакетирование стружки, что в конечном итоге приводит к внезапному отказу сверл.

Распределение температуры по передней поверхности  $A\gamma$  (см. рис. 1) режущего инструмента изображается кривыми параболического типа, которые хорошо описываются уравнением:

$$\Theta_{\text{тис}} = C_{\Theta} V^{x_{\Theta}} S^{y_{\Theta}} K_{\Theta} \quad (1)$$

где  $C_{\Theta}$  – постоянный коэффициент, (см. табл. 1);

$x_{\Theta}$  и  $y_{\Theta}$  – показатели степени, (см. табл. 1);

$K_{\Theta}$  – коэффициент зависимости температуры  $\Theta$  от глубины обрабатываемого отверстия (см. табл. 2).

Таблица 1  
Показатели степени и постоянные коэффициенты к формуле 1.

Марка сплава	$C_{\Theta}^1$	$X_{\Theta}^1$	$Y_{\Theta}^1$
AK7	420	0,18	0,07
AK7п	450	0,22	0,09,,
AK7пч	440	0,20	0,8
AK5M2	460	0,24	0,11
AK7Ц9	340	0,16	0,05
$\Sigma_{\text{общ}}$	420	0,20	0,08

Таблица 2  
Коэффициент  $K_{\Theta}$ , зависимости температуры  $\Theta$  от глубины сверления.

Марка сплава	Коэффициент $K_{\Theta}$							
	3d	4d	5d	6d	7d	8d	9d	10d
AK7	1,0	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,60	0,55
AK7п	1,0	0,85	0,80	0,70	0,70	0,55	0,55	0,50
AK7пч	1,0	0,90	0,90	0,80	0,70	0,70	0,70	0,60
AK5M2	1,0	0,80	0,80	0,70	0,70	0,70	0,65	0,60
AK7Ц9	1,0	1,00	0,90	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55
$\Sigma_{\text{общ}}$	1,0	0,90	0,85	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55

Из рисунка 3 видно распределение температуры вдоль задней поверхности  $A\alpha$  режущего инструмента. Числовые значения температуры монотонно понижаются в направлении от главной режущей кромки, причем

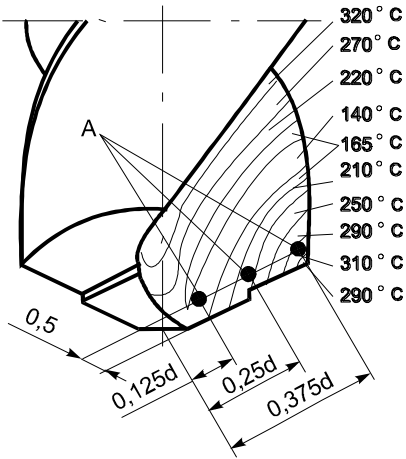


Рисунок 2 – Интерполяция температурных полей по результатам проведенных опытов вдоль главной режущей кромки и передней поверхности  $A\gamma$  режущего инструмента в зоне резания:  $A$  - точки расположения горячего спая термопар.

наибольшее снижение температуры наблюдается максимально удаленное от главной режущей кромки. Такое распределение температуры по задней поверхности  $A\alpha$  режущего инструмента является результатом отвода теплоты от главной режущей кромки и контактной площадки в тело инструмента. Наблюдаемое снижение значений температуры вблизи вершины сверла по сравнению с расчетными значениями объясняется конвенцией потоков теплоты в массу инструмента.

Наблюдаемое возле перемычки режущего инструмента увеличение температуры (до  $180^{\circ}$ ) связано с неблагоприятным влиянием перемычки, а также тем обстоятельством, что при теоретическом анализе тепловых явлений неучтены конкретные особенности конструкции и работы стандартного сверла при глубоком бевыводном сверлении из-за их сложности при математическом описании.

Распределение температуры по задней поверхности  $A\alpha$  режущего инструмента при обработке глубоких отверстий неоднозначно (см. рис. 3). Так в районе главной режущей кромки и вершины инструмента температура уменьшается по направлению к затылку сверла от  $310^{\circ}$  С до  $60^{\circ}$ , С. Это происходит потому, что контактная площадка на задней поверхности  $A\alpha$  нагревается только за счет трения сверла об поверхность  $A\gamma$  отверстия. Потому, что понижение температуры в теле сверла по задней поверхности  $A\alpha$ , режущего инструмента от главной режущей кромки к затылку, в процессе обработки таких отверстий, происходит только за счет естественной конвенции потоков теплоты в теле инструмента. При увеличении глубины отверстия, температура по задней поверхности  $A\alpha$  сверла повышается на 30–40 % пропорционально приведенной на рис. 4. Это связано с тем, что инструмент в процессе резания нагревается и ухудшается отвод теплоты по поверхности  $A\alpha$  режущего инструмента, а также, отсутствием смазующе-

охлаждающей технологической среды в зоне резания. Из этого можно сделать вывод, что отсутствует зависимость распределения теплоты по задней поверхности  $A\alpha$  от глубины отверстия, увеличение температуры по задней поверхности  $A\alpha$  связано только с конвенцией тепловых потоков в инструменте. Определена интерполяция температурных полей на задней поверхности  $A\alpha$  (см. рис. 4) режущего инструмента.

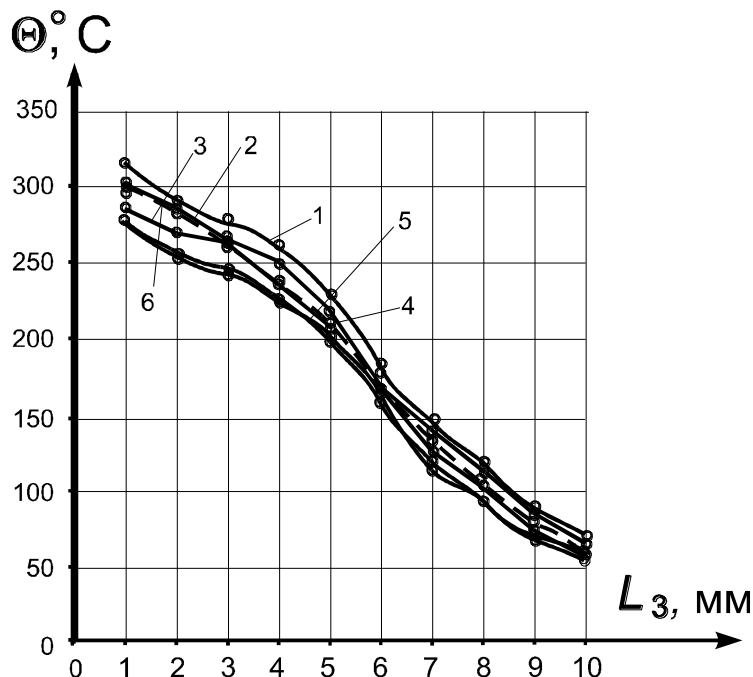


Рисунок 3 – Распределение температуры по задней поверхности  $A\alpha$ : 1) AK7; 2) AK7п; 3) AK7пч; 4) AK5M2; 5) AK7Ц9; 6) расчетное значение температуры.

Следовательно, распределение температурных полей по поверхности  $A\alpha$  сверла хорошо описывается уравнением:

$$\Theta_{\text{ТИ}} = C_{\Theta} V^{X_{\Theta}} a_{\text{ср}}^{Y_{\Theta}} K_{\Theta} \quad (2)$$

где  $C_{\Theta}$  – постоянный коэффициент, (см. таб. 3);

$a_{\text{ср}}$  – средняя толщина стружки, в мм (см. [1]);

$X_{\Theta}$  и  $Y_{\Theta}$  – показатели степени, (см. таб. 3);

$K_{\Theta}$  – коэффициент зависимости температуры  $\Theta$  от глубины обрабатываемого отверстия (см. таб. 2).

Таблица 3  
Показатели степени и постоянный коэффициент к формуле 2.

Марка сплава	$C_{\Theta}$	$X_{\Theta}$	$Y_{\Theta}$
AK7	270	0,28	0,11
AK7п	290	0,34	0,14
AK7пч	280	0,31	0,12
AK5M2	300	0,37	0,17
AK7Ц9	220	0,25	0,08
$\Sigma_{\text{общ.}}$	270	0,31	0,12

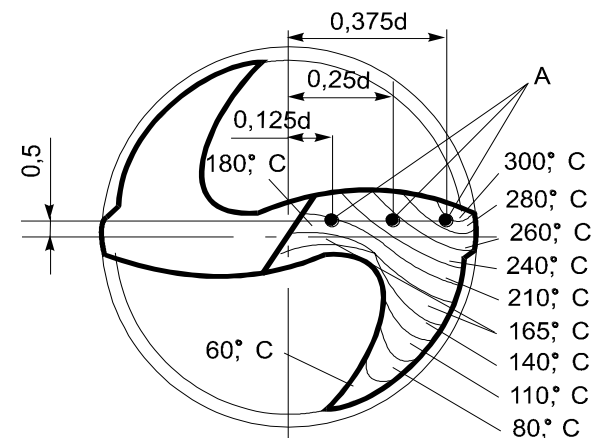


Рисунок 4 – Интерполяция температурных полей по результатам проведенных опытов вдоль главной режущей кромки и задней поверхности  $A\alpha$  режущего инструмента.  $A$  - точки расположения горячего спая термпар.

**Список литературы:** 1. Мариуба В.П. Повышение эффективности процесса глубокого безвыводного сверления литейных алюминев стандартными сверлами на агрегатных станках. / Диссертация канд. техн. наук: 05.03.01. - Харьков, 2001. 217 с. 2. Мариуба В.П. Распределение температуры по обработанной поверхности и температурных полей в детали при глубоком сверлении литейных алюминев. / Резание и инструмент в технологических системах: Международный научно-технический сборник. – Х.: 2002. Вып. 62. С. 74-79. 3. Мариуба В.П., Дрожжин В.И. Физическая модель процесса образования, транспортирования и пакетирования стружки при глубоком безвыводном сверлении алюминев. / Резание и инструмент в технологических системах: Международный научно-технический сборник. – Х.: 2001. Вып. 59. С. 65-69. 4. Мариуба В.П. Вторичное перераспределение потоков и стоков теплоты в зоне обработки при глубоком безвыводном сверлении алюминев. / Резание и инструмент в технологических системах: Международный научно-технический сборник. – Х.: 2001. Вып. 59. С. 163-166

Поступила в редколлегию 20.11.02